Formosan Entomol. Special Publ. 15:221-232 (2012)

檬果小黃薊馬抗藥性及其防治管理研究

邱一中*、林鳳琪、石憲宗、王清玲

行政院農業委員會農業試驗所應用動物組 41362 台中市霧峰區萬豐里中正路 189 號

摘要

小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood) 近幾年在檬果 (*Mangifera indica* Linn.) 上發生嚴重，已成為影響當前台灣檬果品質和產量的關鍵害蟲。由於薊馬的世代短、繁殖力高與分散能力強，以及農民的用藥習慣，造成該蟲對多種防治藥劑的感受性下降。本研究探討屏東和台南地區檬果小黃薊馬對登記可使用之殺蟲劑的感受性，以瞭解此等害蟲在不同地區田間對殺蟲劑的感受程度，以提供農民適當的用藥資訊，並研擬適當的管理策略，期能緩解目前小黃薊馬在檬果上的危害。

關鍵詞：小黃薊馬、檬果、抗藥性、感受性。

*聯繫人
Corresponding email: ycchiu@tari.gov.tw

前言

檬果 (*Mangifera indica* Linn.) 為台灣重要的農產品之一，主要栽培產區在台南市、屏東縣和高雄市。往昔資料顯示，已記錄的臺灣產檬果害蟲約有 6 目 23 科 62 屬 86 種及害蟎類 3 種 (Wang, 2002, Kuo *et al*., 2003; Chiu, *et al*., 2010a; Shih, *et al*., 2010)。其中記錄的薊馬類，包括小黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis* Hood)、腹鉤薊馬 (*Rhipiphorothrips cruentatus* Hood)、花薊馬 (*Thrips hawaiiensis* (Morgan))、台灣花薊馬 (*Frankliniella intonesa* (Trybom))、檬果花薊馬 (*Megalurothrips typicus* Bagnall) 和赤帶薊馬 (*Selenothrips rubrocinctus* (Giard)) 等 6 種，其中前 3 種薊馬在台灣檬果園普遍發生。

台灣早期栽植檬果，葉蟬與東方果實蠅為栽培過程之關鍵害蟲，但已因有效藥劑施用及果實套袋的技術解決，往昔薊馬危害輕微，並未造成經濟損失的問題，近年來因檬果成功拓展外銷通路，果品價格穩定，農民在栽培管理中為避免病蟲害影響品質，過於依賴農藥，不但用藥量與次數大增，也忽略藥劑輪用原則，長期連續施用同一種 (類) 藥劑，導致薊馬對殺蟲劑的耐藥性提高，防治效果不佳；且在大量使用農藥下，抑制薊馬密度的天敵消失，加上生態環境因氣候暖化變遷而改變，造成檬果薊馬的危害逐漸嚴重。檬果普遍發生的 3 種薊馬中，小黃薊馬危害幼葉、花和幼果，腹鉤薊馬危害中、老葉較為嚴重，必須防治才能保全果實品質，花薊馬危害較輕微，密度低時在花內穿梭有助於授粉 (Kuo *et al*., 2003)。

小黃薊馬又稱茶黃薊馬，身體微小且體色呈淡黃色，雌蟲體長約 0.9 mm，雄蟲較雌蟲體小，長約 0.7 mm，原分布於亞洲 (中國、印度、印尼、孟加拉、以色列、日本、韓國、馬來西亞、泰國、越南、菲律賓、緬甸、巴基斯坦、斯里蘭卡、台灣)，但因國際交通及貿易的發達，陸續擴展分布於非洲 (象牙海岸共和國)、美洲 (美國、蘇利南、波多黎各、牙買加、委內瑞拉、巴貝多、聖文森格瑞那丁共和國、千里達托巴哥共和國、聖露西亞)、大洋洲 (澳洲、巴布亞新幾內亞、所羅門群島) 及歐洲 (英國-執行滅絕管理) 等地發生並危害作物 (Nietschke *et al*., 2008;CABI, 2012)。本種薊馬的食性甚雜，可取食危害的寄主植物至少分屬 40 科、多達 150 種以上 (Mound and Palmer, 1981; Umeya *et al*., 1988; Wang, 2002; Seal *et al*., 2006)。在台灣，近幾年因栽培管理方式改變，及氣候變遷的影響，陸續在蓮花、檬果、番石榴、楊桃、蜜棗、釋迦、柑桔、蓮霧等重要經濟作物上，造成嚴重危害，已成為台灣重要的作物害蟲。

檬果關鍵蟲害--小黃薊馬

檬果在栽植過程中受小黃薊馬危害嚴重，在檬果抽芽期發生大量薊馬吸食危害新芽，造成新芽變形皺縮或枯萎，影響檬果樹生長勢及開花期之花穗形成；而小黃薊馬危害花穗會影響結果數量，幼嫩小果受薊馬銼食表皮受傷，成長後果實表皮褐化粗糙而失去商品價值。檬果開花至結果套袋期長 (12~6月)，在開花至小果期若逢少雨乾旱，檬果小黃薊馬的發生將更為猖獗，農民噴藥頻繁，農藥殘留問題堪慮，且抗藥性問題亦因應發生，因此，管理防治小黃薊馬為目前檬果生產過程中亟待解決的問題之一。

小黃薊馬在檬果上全年均可發生造成嚴重危害，主要因為具有特殊的生物及生態特性，

導致田間防治效果不佳，包括：

體型極為細小，體長不到 1 mm，不容易發現它的存在，常因發生初期危害徵狀不明顯，稍不留意即錯失防治時機，待田間危害徵狀明顯時，小黃薊馬族群密度已甚高，此時以化學藥劑防治，仍須多次且密集施用方能降低危害族群密度，但檬果的產量與品質多已受到損害。

世代短且繁殖潛能高，在適合的氣候條件下，小黃薊馬可產下大量的卵，約 10 天左右便會長為成蟲，幼蟲及成蟲期均會危害，在檬果開花結果期，短短 1-2 週內，蟲口數量可暴增數倍至數十倍，如果無法立即壓低薊馬數量，幼果容易受害，於果實成長時產生褐化粗糙及龜裂疤痕。

防治藥劑對小黃薊馬的藥效不明，登記在植物保護手冊上防治檬果害蟲的殺蟲劑種類繁多，但大多為登記防治檬果葉蟬及其他害蟲，對小黃薊馬的藥效不明情況下，為能控制小黃薊馬的危害，農民用藥量與次數大增，且連續施用同一種 (類) 藥劑，在長期藥劑選汰下，小黃薊馬可能已產生抗藥性，導致防治效果不佳。

台灣小黃薊馬防治用藥的研究

1975 年台灣中、南部瓜園遭受南黃薊馬 (*Thrips palmi*) 嚴重危害損失慘重，有關薊馬的防治才引起重視，並進行防治試驗篩選有效藥劑供實際應用。在台灣有關薊馬的藥劑研究，主要仍以南黃薊馬為主，包括西瓜園和茄園的田間有效藥劑試驗 (Wen and Lee, 1982; Su *et al.*, 1985)。

小黃薊馬最早的藥劑研究報告在 1999 年，因當年小黃薊馬在蓮花上嚴重發生，且無登記的藥劑可供施用，Wang *et al.* (1999) 為提供緊急防治用藥之參考依據，以 9 種登記於其他作物薊馬之殺蟲藥劑進行室內藥效測驗，結果以亞滅培、芬普尼、益達胺、滅賜克、覆滅蟎、撲滅芬普寧等藥劑對小黃薊馬幼蟲與成蟲具有致死毒效。如今植物保護手冊已登記亞滅培和益達胺做為防治蓮花小黃薊馬的藥劑 (Anonymous, 2010)。

在台灣檬果薊馬的防治用藥，原僅 1987 年登記的丁基加保扶，2004-2005 年檬果小黃薊馬危害問題浮現，至 2009 年才又登記芬普尼和克凡派 (Anonymous, 2010)。Chiu *et al.* (2010b) 在 2009 年採集自台南市玉井區外銷供果園的小黃薊馬成蟲為材料，以 28 種登記在檬果的藥劑和 2 種登記於其他作物防治薊馬的藥劑進行室內藥效測定，結果僅 7 種殺蟲劑在 24 小時內具有 90% 以上的殺蟲毒效，包括滅大松 (methidathion)、芬殺松 (fenthion)、加保扶 (carbofuran)、丁基加保扶 (carbosulfan)、納乃得 (methomyl)、滅賜克 (methiocarb) 和賜諾殺 (spinosad)，其中滅大松將於 2012 年 12 月 31 日禁用，賜諾殺非檬果登記藥劑。而 24 小時內未達 50% 殺蟲毒效的藥劑多達 20 種，其中包括剛登記的芬普尼 (fipronil) 和克凡派 (chlorfenapyr)，可見小黃薊馬已對其產生耐藥性。2011 年又登記益達胺 (imidacloprid)、滅賜克和賜諾特 (spinetoram) 3 種藥劑防治檬果薊馬，另增列畢芬寧 (bifenthrin)、益達胺和賽洛寧 (lambda-cyhalothrin) 等 7 種延伸使用範圍的藥劑，目前已有 13 種登記藥劑可供使用防治檬果薊馬 (表一)。

除薊馬有效藥劑篩選及田間藥劑試驗外，國內有關薊馬抗藥性調查監測的研究報告僅有 Hsu *et al.* (2002) 和 Tsai (2009) 二篇，且調查的對象均為南黃薊馬。Hsu *et al.* (2002) 測試 1998-2000 年採自 7 個地區 (台中、南投、雲林、嘉義、台南、高雄和屏東) 之南黃薊馬二

齡幼蟲對免敵克 (bendiocarb)、加保扶、丁基加保扶、覆滅蟎 (formetanate)、滅賜克、佈飛松 (profenofos)、白克松 (pyraclofos)、必芬松 (pyridaphenthion)、賽洛寧、第滅寧 (deltamethrin) 及益達胺等 11 種藥劑的感受性，其中對滅賜克的感受性最高，藥效最好；對必芬松的感受性最低，藥效最差。比較南黃薊馬對測試藥劑在不同地區間的差異，其中加保扶、白克松、賽洛寧、第滅寧及益達胺等藥劑的感受性在地區間沒有差異；其它有差異的藥劑，則以覆滅蟎的抗性比 36 倍為最高，必芬松的 21 倍次之，結果顯示部分登記的藥劑對南黃薊馬的防治效力已有降低的情形。Tsai (2009) 是調查高屏地區茄子南黃薊馬對益達胺、覆滅蟎及第滅寧 3 種藥劑的感受性，結果顯示益達胺的感受性最佳，第滅寧最差。其中屏東歸來地區與參考品系相比，抗性比達 17.5 倍，高雄旗山地區在 10 個月內抗性比提高 16.3 倍，顯示調查地區的南黃薊馬已對第滅寧殺蟲劑產生耐藥性或抗藥性。

表一　台灣防治檬果薊馬已登記之藥劑種類

Table 1. The categories of insecticides registered for use against thrips on mango in Taiwan

Chemical classes	Common name of insecticides		IRAC
	Chinese	English	codes
Spinosyn	11.7% 賜諾特水懸劑	spinetoram	5
Arylpryrrole	10% 克凡派水懸劑	Chlorfenapyr	13
Carbamate	50% 滅賜克可濕性粉劑	methiocarb	1A
	48.34% 丁基加保扶乳劑	carbosulfan	1A
Phenylpyrazoles	4.95% 芬普尼水懸劑	fipronil	2B
Neonicotinoid	18.2% 益達胺水懸劑	imidacloprid	4A
	9.6% 益達胺溶液*	imidacloprid	4A
	9.6% 益達胺水懸劑*	imidacloprid	4A
Pyrethroid	2.8% 畢芬寧乳劑*	bifenthrin	3A
	2.5% 畢芬寧水懸劑*	bifenthrin	3A
	2.8% 賽洛寧乳劑*	lambda-cyhalotrin	3A
	2.5% 賽洛寧微乳劑*	lambda-cyhalotrin	3A
	2.46% 賽洛寧膠囊懸著劑*	lambda-cyhalotrin	3A

*Extend the insecticides in the scope of application.

筆者近年來也針對檬果小黃薊馬進行抗藥性調查，測試 2010-2012 年採自 5 個地區 (台南市玉井區、南化區、官田區，以及屏東縣枋寮鄉、枋山鄉) 檬果外銷供果園之小黃薊馬二齡幼蟲對丁基加保扶、滅賜克、納乃得、芬殺松、賜諾特、芬普尼、克凡派和益達胺等 8 種藥劑的感受性，其中對賜諾特的感受性最高，藥效最好；對益達胺和芬普尼的感受性最低，藥效最差。比較小黃薊馬對測試藥劑在不同地區間的差異，結果以芬普尼的抗性比 26.4 倍為最高，丁基加保扶的 10.0 倍次之。丁基加保扶、滅賜克、納乃得和益達胺 4 種藥劑，對台南地區小黃薊馬的感受性明顯高於屏東地區，顯示屏東地區小黃薊馬對此 4 種藥劑具有較高的耐藥能力，此結果也顯示部分登記的藥劑對小黃薊馬的防治效力已有降低的情形 (表二)

(Chiu *et al.*, 未發表資料)。

此外，比較台南地區 2010 年與 2011 年的監測資料，結果顯示南化區小黃薊馬對 4 種供試藥劑 (丁基加保扶、芬普尼、克凡派和芬殺松) 之感受性，2011 年顯著較 2010 年低，亦即藥效變差；玉井區為筆者輔導輪用藥效佳藥劑並停用藥效不佳藥劑，達到農藥減量之示範區，結果顯示小黃薊馬對 3 種供試藥劑 (丁基加保扶、芬普尼和克凡派) 之感受性，2011 年顯著較 2010 年高，亦即藥效變佳，但對芬殺松之感受性則降低，主因在於芬殺松為主要輪用藥劑，2011 年使用次數多於 2010 年，因而造成感受性變低的趨勢，此結果顯示用藥策略仍須做調整，以避免或減緩芬殺松抗性的發展 (表三) (Chiu *et al.*, 未發表資料)。

表二　2011 年台南及屏東 5 個檬果產區小黃薊馬對 8 種殺蟲劑的 LC_{50} 和 LC_{90} 感受性調查及相關介量

Table 2. Probit analysis of the toxicity of the 8 insecticides to *Scirtothrips dorsalis* collected from five locations of Tainan and Pingtung, showing regression equations and the concentration for 50% (LC_{50}) and 90% (LC_{90}) mortality in 2011

Insecticide/ Location	LC_{50} (ug/mL)	LC_{90} (ug/mL)	Regression equation	Chi-square value	Hetergeneity factor
Carbosulfan 48.34% EC					
Nanhua	94.73	498.08	y=1.49+1.78x	5.476	1.825
Yujing	42.47	207.45	y=1.97+1.86x	3.187	1.062
Guantian	48.77	432.42	y=2.72+1.35x	1.286	0.429
Fangliao	425.14	2491.71	y=0.61+1.67x	11.083	2.217
Fangshan	186.08	2214.72	y=2.30+1.19x	14.775	3.694
Fipronil 4.95% SC					
Nanhua	436.11	4700.60	y=1.72+1.24x	2.085	0.521
Yujing	174.20	5577.58	y=3.09+0.85x	1.478	0.369
Guantian	16.49	436.70	y=3.90+0.90x	3.163	0.791
Fangliao	176.54	1904.52	y=2.21+1.24x	13.046	3.261
Fangshan	100.57	1615.92	y=2.87+1.06x	10.918	2.184
Chlorfenapy 10% SC					
Nanhua	293.66	1366.94	y=0.26+1.92x	3.095	0.774
Yujing	95.39	1727.85	y=2.98+1.02x	0.286	7.151
Guantian	117.91	1511.24	y=2.60+1.16x	5.327	1.332
Fangliao	291.81	1567.57	y=0.67+1.76x	14.106	3.526
Fangshan	98.35	2712.48	y=3.23+0.89x	2.412	0.603
spinetoram 11.7% SC					
Nanhua	0.0496	1.8026	y=6.07+0.82x	2.177	0.435
Yujing	0.0208	0.7037	y=6.41+0.84x	2.134	0.427
Guantian	0.0215	0.9807	y=6.29+0.77x	0.377	7.535
Fangliao	0.0475	4.4476	y=5.86+0.65x	5.991	1.198
Fangshan	0.0163	0.4676	y=6.57+0.88x	1.849	0.370

表二(續) 2011 年台南及屏東 5 個樣果產區小黃薊馬對 8 種殺蟲劑的 LC_{50} 和 LC_{90} 感受性調查及相關介量

Table 2 (continue). Probit analysis of the toxicity of the 8 insecticides to *Scirtothrips dorsalis* collected from five locations of Tainan and Pingtung, showing regression equations and the concentration for 50% (LC_{50}) and 90% (LC_{90}) mortality in 2011

Insecticide/ Location	LC_{50} (ug/mL)	LC_{90} (ug/mL)	Regression equation	Chi-square value	Hetergeneity factor
Methiocarb 50% WP					
Nanhua	87.23	358.80	y=0.95+2.09x	29.241	9.747
Yujing	67.40	257.81	y=0.98+2.20x	24.823	8.274
Guantian	71.42	271.99	y=0.91+2.21x	37.349	12.450
Fangliao	250.97	1534.84	y=1.09+1.63x	1.912	0.637
Fangshan	297.22	1101.49	y=-0.57+2.25x	5.235	1.745
Imidacloprid 18.2% SC					
Nanhua	67.41	1029.51	y=3.02+1.08x	8.900	2.967
Yujing	80.87	1903.76	y=3.22+0.93x	2.488	0.829
Guantian	114.95	13539.82	y=3.72+0.62x	8.625	2.156
Fangliao	226.03	--	y=1.44+1.51x	4.378	2.189
Fangshan	283.21	4317.25	y=2.34+1.08x	1.183	0.591
Fenthion 50% EC					
Nanhua	84.23	707.38	y=2.33+1.39x	3.390	0.848
Yujing	70.63	477.94	y=2.15+1.54x	1.296	0.324
Guantian	38.96	528.60	y=3.20+1.13x	0.211	7.024
Fangliao	44.96	482.15	y=2.94+1.24x	1.630	0.543
Fangshan	32.05	220.25	y=2.69+1.53x	0.615	0.205
Methomyl 40% SP					
Nanhua	252.53	920.70	y=-0.48+2.28x	9.557	3.186
Yujing	179.48	970.82	y=1.06+1.75x	6.231	2.077
Guantian	106.08	523.81	y=1.26+1.85x	5.654	1.885
Fangliao	518.24	5261.82	y=1.54+1.27x	1.164	0.388
Fangshan	--	--	--	--	--

表三　2010 及 2011 年台南檬果產區小黃薊馬對 4 種殺蟲劑的 LC_{50} 和 LC_{90} 感受性比較
Table 3. Probit analysis of the toxicity of the 4 insecticides to *Scirtothrips dorsalis* collected from Tainan, showing regression equations and the concentration for 50% (LC_{50}) and 90% (LC_{90}) mortality in 2010 and 2011

Insecticide/ Location	2010			2011		
	LC_{50} (ug/mL)	LC_{90} (ug/mL)	Regression equation	LC_{50} (ug/mL)	LC_{90} (ug/mL)	Regression equation
Carbosulfan 48.34% EC						
Nanhua	26.48	99.31	y=1.82+2.23x	94.73	498.08	y=1.49+1.78x
Yujing	95.20	573.54	y=1.75+1.64x	42.47	207.45	y=1.97+1.86x
Nansi	14.89	96.58	y=0.97+3.43x	--	--	--
Guantian	--	--	--	48.77	432.42	y=2.72+1.35x
Fipronil 4.95% SC						
Nanhua	327.49	4997.04	y=2.28+1.08x	436.11	4700.60	y=1.72+1.24x
Yujing	285.64	1647.88	y=0.86+1.68x	174.20	5577.58	y=3.09+0.85x
Nansi	118.55	32746.76	y=3.91+0.53x	--	--	--
Guantian	--	--	--	16.49	436.70	y=3.90+0.90x
Chlorfenapy 10% SC						
Nanhua	116.63	2897.39	y=3.10+0.92x	293.66	1366.94	y=0.26+1.92x
Yujing	278.32	1798.43	y=1.13+1.58x	95.39	1727.85	y=2.98+1.02x
Nansi	158.01	6231.82	y=3.23+0.80x	--	--	--
Guantian	--	--	--	117.91	1511.24	y=2.60+1.16x
Fenthion 50% EC						
Nanhua	28.08	424.30	y=3.43+1.09x	84.23	707.38	y=2.33+1.39x
Yujing	18.00	335.23	y=3.73+1.01x	70.63	477.94	y=2.15+1.54x
Nansi	42.75	254.12	y=2.30+1.66x	--	--	--
Guantian	--	--	--	38.96	528.60	y=3.20+1.13x

建立檬果小黃薊馬整合管理模式

本研究團隊運用害蟲綜合管理的概念，成功開發簡便可行的監測技術，掌握小黃薊馬田間發生趨勢，設立防治基準決定防治施藥時機，檢測登記在檬果的殺蟲劑對小黃薊馬的毒效，做為防治選用及輪用藥劑之參考，以此整合的防治管理模式，可有效控制檬果小黃薊馬的危害，解決小黃薊馬防治的瓶頸。

族群發生密度之監測--選用黃色黏板 (11x15 公分) 作為監測檬果園中小黃薊馬族群發生密度的調查工具，將黃色黏板分散固定在檬果新稍、花穗與幼果附近枝條上，每週更換並計算每週平均誘集的小黃薊馬蟲數，瞭解監測果園之小黃薊馬族群變動情形，藉以決定藥劑

防治的時機。

設立防治基準--根據 2009-2010 年於台南市玉井區檬果小黃薊馬族群變動調查資料，以田間小黃薊馬族群增長速度、黃色黏板誘集數與葉片上薊馬數之關係及藥劑防治率等數值，並分析檬果新梢期與開花期每週薊馬發生密度，歸納估算檬果小黃薊馬防治基準，初步將檬果小黃薊馬防治基準定為每週每黏板平均誘集 40 隻。尤其在開花結果期，當每週黃色黏板平均誘到小黃薊馬達 40 隻以上，即應立即施藥防治，掌握施藥時機提升藥劑於田間防治的效率，控制小黃薊馬族群密度低於造成幼果受害的數量 (Lin *et al.*, 2010)。

擬定用藥策略--筆者已從登記在檬果可使用的藥劑中，篩選出 3 類不同作用機制的 9 種殺蟲劑對小黃薊馬毒效較佳，包括丁基加保扶、滅賜克、納乃得、加保扶、芬殺松、滅大松、達馬松、賜諾特和克凡派，可以迅速降低田間小黃薊馬蟲口數量，達到迅速防治的效果。選用藥劑時，應檢視以往用藥紀錄，暫停施用過去長期連續使用的殺蟲劑，以避免因薊馬有抗藥性，造成藥劑防治效果不佳。選用廣效性藥劑可有效共同防治多種害蟲，以減少殺蟲劑使用次數。輪流使用不同殺蟲作用機制的藥劑，可避免或延緩薊馬的抗藥性產生。依據檬果生長及農藥殘留標準，用藥策略的擬定可分為三個階段，第一個階段為新梢護葉時期至開花初期，可選擇藥效殘留較久的殺蟲劑減少藥劑使用次數，並選用廣效性藥劑，一併防治檬果上其他害蟲，可選用的藥劑如丁基加保扶、滅賜克、加保扶、芬殺松、達馬松、滅大松 (40% 乳劑在 2012 年 12 月 31 日後禁用)。第二個階段為盛花期至幼果期，為小黃薊馬影響果實品質的關鍵期，確實依據訂立的防治基準掌握防治時機。另需注意藥害及授粉昆蟲的毒害，可選用非乳劑劑型的殺蟲劑，如滅賜克、納乃得、加保扶、達馬松、賜諾特和克凡派。因該時期施藥較頻繁，需適當輪用不同殺蟲機制的藥劑。達馬松因日本藥劑殘留標準規定甚嚴苛，輸日供果園建議不要使用。第三個階段為中果期至果實套袋，此階段用藥需注意藥劑的殘留，此階段小黃薊馬已無法危害果實，雖然小黃薊馬密度仍高，若無影響檬果品質的害蟲 (如介殼蟲、葉蟬、檬果螟蛾、果實蠅等)，建議可不需施用殺蟲劑，僅在套袋前施用安全採收期或殘留標準要求較寬鬆的殺蟲劑，如芬殺松、納乃得、賜諾特、克凡派，做為果實最後一次的保護劑。

田間衛生及耕作管理的配合--果園內或周邊其它栽培作物和雜草是小黃薊馬的庇護所或寄主，也要一併施藥管理，減少殘存的薊馬繼續危害。若栽種場所操作方便，建議可鋪設抑草席或反光塑膠布，降低小黃薊馬落土化蛹的機會，並減少可供庇護的雜草叢生，延緩小黃薊馬發生的高峰期，減少殺草劑及殺蟲劑施用達到減量的目的。

應用與輔導推廣檬果小黃薊馬整合防治技術

檬果小黃薊馬整合防治管理技術建立後，已實際輔導農友運用於田間，該整合管理模式可有效降低小黃薊馬的危害，減少殺蟲劑用量及次數，不僅降低防治成本的支出，也減緩小黃薊馬抗藥性的發生，延長有效藥劑的使用年限，降低農藥殘留的風險，更提高檬果的產量與品質，增加農民生產收益。一個優良的害蟲整合管理模式要落實應用於田間，農友必須要能完全接受與配合，因此推廣人員如何教育訓練農友調整過去防治習慣及觀念，是成功推廣應用的重要課題。有鑒於此，筆者結合農委會動植物防疫檢疫局、嘉義大學及台南區農業改

良場的相關研究及推廣人員，自 2010 年 10 月迄今，整合官方主動監測和輔導農民自行監測，彙整檬果小黃薊馬每週之族群動態訊息，並即時通知參與之果農，幫助果農掌握小黃薊馬田間的發生情形並作為防治的依據；在適當時機辦理農民教育訓練，內容包括教導農民認識檬果重要的病蟲害和管理技術，檬果小型害蟲田間發生監測和操作技術，檬果小黃薊馬有效藥劑篩選、殺蟲劑分類和抗藥性管理，檬果害蟲整合管理模式的執行與經驗分享等訓練課程；此外也適時舉辦檬果病蟲害防治管理講習；以及舉辦檬果小黃薊馬整合管理示範觀摩，將有效的小黃薊馬整合防治管理模式，實際推廣供農民運用在田間。

結語與展望

薊馬近年來在台灣農作物上引起嚴重的經濟損失，也造成防治上的瓶頸，由研究文獻推測，現行登記防治薊馬的藥劑應仍具有防治效力，惟不同族群間、不同種類間可能略有差異。薊馬的防治，國內外均仍以化學藥劑為主，如歐美廣泛長期使用傳統殺蟲劑防治作物主要危害薊馬--柑桔薊馬 (*Scirtothrips citri*) 和西方花薊馬 (*Frankliniella occidentalis*)，導致該二種薊馬對多種藥劑產生抗藥性，使得防制工作更加困難，但國外針對該等薊馬進行相當詳實深入的抗藥性研究和調查，並進而應用於抗藥性管理策略中，藉以提高該等薊馬的防治功效 (Immaraju, *et al.*, 1992; Brødsgaard, 1994; Bielza, 2008; Kay and Herron, 2010)。反觀國內，防治薊馬的藥劑種類多，政府也重視薊馬的抗藥性研究，然而有關薊馬抗藥性的研究和調查報告卻如鳳毛麟角般。期待研究專家學者能多投入薊馬抗藥性研究，提供更多詳實的研究成果，以建構應用於薊馬防治管理和抗藥性管理的策略中。

檬果害蟲種類眾多，需管理的時期長，防治工作不可疏忽，農民因而用藥頻繁。檬果小黃薊馬體體小易隱匿，生命世代短且繁殖潛能高，初期危害特徵不明顯，當警覺時蟲口密度已甚高，因此需密集施藥以壓制密度及危害，但在密集的選汰壓力下極易產生抗藥性族群，使防治工作更加困難。為降低生產成本，友善對待生產環境，並確保消費者的食用安全，應妥善運用害蟲綜合防治管理策略，從監測田間發生密度開始，以訂定之防治基準，掌握適當用藥防治時機，提升藥劑防治效果並有效達到藥劑減量目的，施藥依據用藥管理策略，選擇有效且適當的殺蟲劑輪用，當可將檬果小黃薊馬控制在可忍受的密度之下，可提高檬果產量及品質，並符合果品農藥殘留規定，也有利於農業與環境生態的永續發展，達到安全與健康農業的生產目標。

引用文獻

Anonymous. 2010. Mango. p. 430-455. *in*: Plant Protection Manual. (Fei, W. C. and Y. C. Wang, eds.) TACTRI/COA Press. Taichung, Taiwan. (in Chinese)

Bielza, P. 2008. Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Pest Manag. Sci. 64: 1131–1138.

Brødsgaard HF. 1994. Insecticide resistance in European and African strains of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) tested in a new residue-on-glass test. J. Econ.Entomol. 87:1141–1146.

CABI. 2005. Crop Protection Compendium. CAB International, Wallingford, UK.

Chiu YC, Lin FC, Shih HT, Wang CL. 2010a. Ecology and Control of Thrips on Mango. p. 71–86. *in*: Taiwan Agric. Res. Inst., Spec. Publ. No. 146. TARI/COA Press. Taichung, Taiwan. (in Chinese)

ChiuYC, Lin FC, Shih HT, Wang CL. 2010b. Toxicity of insecticides to *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) on mango. J. Taiwan Agric. Res. 59: 77–85. (in Chinese)

Hsu JC, Feng HT, Huang YJ. 2002 Susceptibility of *Thrips palmi* to insects recommended in Taiwan. Formosan Entomol. 22: 83–93. (in Chinese)

Immaraju JA, Paine TD, Bethke JA, Robb KL, Newman JP. 1992. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insects in Coastal California green house. J. Econ. Entomol. 85: 9–14.

Lin FC, Chiu YC, Shih HT, Wang CL. 2010. Monitoring and integrated management of small insect pest on mango. p. 99–107. *in*: Taiwan Agric. Res. Inst., Spec. Publ. No. 146. TARI/COA Press. Taichung, Taiwan. (in Chinese)

Kay IR, Herron GA. 2010. Evalution of existing and new insects including spirotetramat and pyridalyl to control *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on peppers in Queensland. Aust. J. Entomol. 49: 175–181.

Kuo KC, Chou HC, Shih CF. 2003. Mango Protection-Illustrated handbook series of plant protection No.10. BAPHIQ/COA Press. Taipei,Taiwan. 195 pp. (in Chinese)

Mound LA, Palmer JM. 1981. Identification, distribution and host plants of the pest species of *Scirtothrips* (Thysanoptera: Thripidae). Bull. Entomol. Res. 71: 467–479.

Nietschke BS, Borchert DM, Magarey RD, Ciomperlik MA. 2008. Climatological potential for *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) establishment in the United States. Florida Entomol. 91:79–86.

Seal DR, Ciomperlik M, Richards ML, Klassen W. 2006. Comparative effectiveness of chemical insecticides against the chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae), on pepper and their compatibility with natural enemies. Crop Prot. 25:949–955.

Shih HT, Chiu YC, Lin FC, Wang CL. 2010. The ecology and management of mango leafhopper in the world. p. 55–70. *in*: Taiwan Agric. Res. Inst., Spec. Publ. No. 146. TARI/COA Press. Taichung, Taiwan. (in Chinese)

Su CY, Chiu TS, Lin YJ. 1985. Study of population fluctuateon of *Thrips palmi* and its insect control in the field on rggplant. Chinese J. Entomol. 5: 101–118. (in Chinese)

Tsai PT. 2009. The toxicity of the insects and the mechanism associated with deltamethrin resistance in melon thrips (*Thrips palmi* Karny) collected from Kaohsiung and Pingtung area. Master's thesis, National Pingtung University of Science and Technology. 57 pp (in Chinese).

Wang CL, Hsu YM, Young CH, Jian YL. 1999. Toxicity of insecticides for *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) on lotus. Chinese J. Entomol. 19:377–380. (in Chinese)

Wang CL. 2002. Thrips of Taiwan: Biology and Taxonomy. Taiwan Agric. Res. Inst., Spec. Publ. No. 99. TARI/COA Press. Taichung, Taiwan. 328 pp. (in Chinese)

Wen HC, Lee HS. 1982. Field studies on cucurbit thrips (*Thrips flavus*) and its control. J. Agric. Res. China 31: 89–96. (in Chinese)

Umeya K, Kudo I, Miyazaki M. 1988. Pest Thrips in Japan. Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai Pub. Co. Japan. 422 pp.

Management Tactics and Investigation on Insecticide Resistance of Chilli Thrips on Mango

Yi-Chung Chiu*, Feng-Chyi Lin, Hsien-Tzung Shih and Chin-Ling Wang

Applied Zoology Division, Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Wufeng, Taichung 41362, Taiwan

ABSTRACT

Chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood, has been a serious pest of mango (*Mangifera indica* Linn.) in Taiwan. Its short generation, high fecundity, and high migration ability cause the occurrence of resistance to many insecticides. This research examined the susceptibility of chilli thrips to registered insecticides on mango in Pingtung and Tainan areas, and analyze their differences. In order to reduce the damage rate on mango fruits, we proposed the tactics for management of chilli thrips.

Key words: Chilli thrips (*Scirtothrips dorsalis*), mango (*Mangifera indica*), resistance, susceptibility.

*Corresponding email: ycchiu@tari.gov.tw

Symposium on the Management of Thrips Pests of Agriculture and Quarantine
Oct. 25-26, 2012, Pingtung, Taiwan